

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**PRODUCCIÓN COMPARATIVA DE CUATRO DENSIDADES DE
SIEMBRAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris*),
VARIEDAD HUASCA POROTO HUALLAGUINO, EMPLEANDO
EL SISTEMA ESPALDERA EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

ELANIA TEJITA RUÍZ PANDURO

TARAPOTO - PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**PRODUCCIÓN COMPARATIVA DE CUATRO DENSIDADES
DE SIEMBRAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus
vulgaris*), VARIEDAD HUASCA POROTO HUALLAGUINO,
EMPLEANDO EL SISTEMA ESPALDERA
EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
ELANIA TEJITA RUÍZ PANDURO**

**TARAPOTO – PERÚ
2015**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO-PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE MEJORAMIENTO Y PROTECCIÓN DE CULTIVOS

TESIS

**PRODUCCIÓN COMPARATIVA DE CUATRO DENSIDADES
DE SIEMBRAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL (*Phaseolus
vulgaris*), VARIEDAD HUASCA POROTO HUALLAGUINO,
EMPLEANDO EL SISTEMA ESPALDERA
EN LA PROVINCIA DE LAMAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR LA BACHILLER:
ELANIA TEJITA RUÍZ PANDURO**

Comité de Tesis



Ing. M. Sc. Cesar E. Chappa Santa Maria
Presidente



Ing. M. Sc. Elias Torres Flores
Secretario



Ing. Jorge Luis Peláez Rivera
Miembro



Ing. Dr. Jaime W. Alvarado Ramirez
Aesor

DEDICATORIA

"A Dios por darme la libertad de vivir y permitirme culminar una meta propuesta en mi vida"

"A mi madre Iraida Panduro Morí quien con su hermoso ejemplo de honestidad y fortaleza alienta siempre mi corazón, por su amor de madre y comprensión infinita, A mi padre Miguel Ruiz Ramírez, por su incondicional apoyo, por sus invaluable consejos que fortalecen mi alma y encaminan mi vida".

"A Jacelín Ruiz Panduro y James Ruiz Panduro por el apoyo desmerecido e incondicional que me brindan día a día, por su aliento de hermanos y por el hermoso regalo de existir en mi vida".

"A mi novio Juan José García Bernales, por el apoyo moral, confianza y comprensión, que me brinda día a día en este trayecto de mi vida".

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional de San Martín-T, alma mater que contribuyó a mi formación profesional.
- Al Ing. M.Sc. Cesar Enrique Chappa Santa María, Ing. M.Sc. Elías Torres Flores, Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera, a cada uno de ellos les agradezco infinitamente por su confianza depositada en mi persona, por su amistad y mi formación académica con sus enseñanzas, guiándome en el presente informe de tesis.
- Mi especial agradecimiento al Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez, por asesorarme en el presente informe de tesis y ser un maravilloso docente y amigo en toda circunstancia.
- Muchísimas gracias a todas las personas que me ayudaron y me brindaron su colaboración, su sabiduría, su apoyo desinteresado y por sobre todo su gran amistad durante la realización de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Págs.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 El cultivo del frijol arbustivo, variedad Huasca Poroto Huallagino	4
3.1.1 El cultivo del frijol	4
3.1.2 Descripción del <i>Phaseolus</i> sp.	4
3.1.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo	6
3.1.4 Crianza campesina del frijol	7
3.1.5 Sistema espaldera	9
3.1.6 Abonos orgánicos	11
3.1.7 La gallinaza de postura	15
3.1.8 Referencias de investigaciones similares en Fabáceas	18
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1 Materiales	24
4.1.1 Ubicación del Campo Experimental	24
4.1.2 Antecedentes de campo	24
4.1.3 Vías de acceso	25
4.1.4 Características edafoclimáticas	25
4.1.5 Componentes estudiados	26
4.2 Metodología	26
4.2.1 Diseño experimental	26
4.2.2 Características del campo experimental	27
4.2.3 Conducción del experimento	27
4.2.4 Labores culturales	28
4.2.5 Variables evaluadas	29
V. RESULTADOS	31
5.1. Porcentaje de emergencia	31
5.2. Altura de la planta (cm)	32
5.3. Número de vainas por planta	33
5.4. Número de semillas de vaina	34

5.5.	Peso de semillas (g)	35
5.6.	Rendimiento (kg.ha ⁻¹)	36
5.7.	Análisis económico	37
VI.	DISCUSIONES	38
VII.	CONCLUSIONES	49
VIII.	RECOMENDACIONES	50
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	51
	RESUMEN	
	SUMMARY	
	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

	Págs.
Cuadro 1: Composición bromatológica de la gallinaza	18
Cuadro 2: Datos meteorológicos	25
Cuadro 3: Características físicas y químicas del suelo	26
Cuadro 4: Tratamientos en estudio	27
Cuadro 5: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia	31
Cuadro 6: Análisis de varianza para la altura de planta (cm)	32
Cuadro 7: Análisis de varianza para el número de vainas por planta	33
Cuadro 8: Análisis de varianza para el número de semillas por vaina	34
Cuadro 9: Análisis de varianza para el peso de semilla (g)	35
Cuadro 10: Análisis de varianza para el rendimiento	36
Cuadro 11: Análisis Beneficio / Costo por tratamiento	37

ÍNDICE DE FIGURAS

	Págs.
Figura 1: Espaldera sencilla	10
Figura 2: Frijol Tipo IV trepador	11

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Págs.

Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha=0.5$) para promedios de tratamientos en el porcentaje de emergencia	31
Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha=0.5$) para promedios de tratamientos en la altura de planta	32
Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha=0.5$) para promedios de tratamientos en el número de vainas por planta	33
Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha=0.5$) para promedios de tratamientos en el peso de semillas por vaina	34
Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha=0.5$) para promedios de tratamientos en el peso de semillas	35
Gráfico 6: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha=0.5$) para promedios de tratamientos en el rendimiento	36

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L), es la especie que se cultiva en todo el mundo. América Latina es, en particular la zona de mayor producción y consumo estimándose que más del 45% de la producción mundial total proviene de esta región. Dentro del grupo de las especies, leguminosas, el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto El Huallaguino, es la más cultivada en la región San Martín, se caracteriza porque es una planta anual, herbácea, la semilla presenta un color amarillo rojizo, pequeño y de forma redondeada, cuyo periodo vegetativo se extiende por 120 días. El frijol es uno de los alimentos básicos en la dieta del poblador san martinense y es la principal fuente de proteína.

El cultivo necesita entre 300 a 400 mm de lluvia. La falta de agua durante las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta seriamente el rendimiento. El exceso de humedad afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de gran número de enfermedades.

Se recomienda que los suelos para el cultivo de frijol sean profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1,5% de materia orgánica en la capa arable y de textura liviana con no más de 40% de arcilla como los de textura franco, franco limosos y franco arcilloso ya que el buen drenaje y la aeración son fundamentales para un buen rendimiento de este cultivo.

En nuestra región, mayormente, el fomento del cultivo se lleva a cabo mediante el sistema tradicional, siempre sembrando después de la cosecha del cultivo de maíz, en la cual el agricultor aprovecha las plantas de maíz después de cosechar, para su

respectiva fijación de la planta del frijol. Según este sistema el agricultor espera la respuesta del clima y suelo, más no así de las fuerzas productivas, aunado a esta problemática, hay un sin número de plagas y enfermedades que afectan al cultivo, los distanciamientos son inadecuados, no aplica pesticidas o biocidas, ni fertilizantes, trayendo como consecuencia que el rendimiento del cultivo disminuya considerablemente. Los rendimientos bajo este sistema fluctúan entre 800 a 1200 kg.ha⁻¹, afectando la rentabilidad del cultivo. En la provincia de Lamas, se siembra entre Noviembre a Diciembre y a partir del mes de mayo a Junio.

En otros lugares como Colombia, Costa Rica, el cultivo del frijol se fomenta con el sistema espaldera sencillo y se caracteriza porque permite el uso de mayor densidad de plantas y por consiguiente se traduce en una mayor producción. Piña en el año de 2013, llevó a cabo un trabajo de investigación en la localidad de Lamas en frijol usando la variedad Huasca Poroto "El Huallaguino" con un distanciamiento de siembra de 100 cm entre fila y 30 cm entre planta y con el uso del sistema espaldera (sencillo). En su discusión y recomendaciones admite que el frijol Huasca Poroto, El Huallaguino, tiene un crecimiento indeterminado y que necesita del estudio del uso de más densidades de siembra y que es posible que se pueda incrementar el rendimiento. Bajo este punto de vista se realizó el presente trabajo de investigación usando cuatro densidades de siembra y empleando el sistema de espaldera sencillo en el distrito de Lamas, esperando que uno o más tratamientos a estudiarse repercute en el incremento del rendimiento y del beneficio costo.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- ❖ Estudiar la influencia de cuatro densidades de siembra en el rendimiento de grano en el cultivo del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto El Huallaguino bajo el sistema de espaldera en la localidad de Lamas.

2.2. Objetivos específicos

- ❖ Evaluar la influencia de cuatro densidades de siembra en el rendimiento de grano en el cultivo de frijol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto El Huallaguino bajo el sistema de espaldera.
- ❖ Determinar cuál de las densidades de siembra a usarse tiende a incrementar el rendimiento de grano en el cultivo del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto El Huallaguino bajo el sistema de espaldera.
- ❖ Realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 El cultivo del frijol arbustivo, variedad Huasca Poroto El Huallaguino

3.1.1 El cultivo del frijol

Soriano y Rojas (2006), reporta la siguiente clasificación botánica.

Reino: Plantae

Subreino: Enbriobionta

División: Magnoliophita

Clase: Dicotiledoneas

Sub clase: Rósidas

Orden: Fabales

Familia: Leguminosae

Género: *Phaseolus*

Especie: *Phaseolus* sp.

3.1.2 Descripción botánica del *Phaseolus* sp.

El sistema radical es pivotante y tiende a ser fasciculado, a veces fibroso o superficial. El tallo empieza en la inserción de las raíces, y tiene un rol importante en la identificación del hábito de crecimiento, criterio considerado para la caracterización de la variedad. El hábito de crecimiento puede ser determinado o indeterminado (tipo arbustivo, postrado, trepador).

Las hojas son trifoliadas que constan de tres folíolos, un pecíolo y un raquis. Los botones florales se agrupan formando triadas en la axila de cada bráctea. La inflorescencia es un racimo principal compuesto de varios racimos secundarios.

La flor es típica de las Fabáceas; la quilla envuelve por completo al androceo y gineceo, además las anteras se ubican al mismo nivel de los enigmas favoreciéndose la autopolinización. Los frutos son vainas de color variable.

Las semillas alternas en la sutura dorsal de las vainas en un número de dos a diez semillas por vaina. Presentan testa, hilum, micrópilo y rafe como partes externas, internamente está la plúmula, las hojas primarias, los dos cotiledones y la radícula. El color, forma y brillo de la semilla son importantes en la clasificación del frejol (Vecco, 1997).

ANACAFE, (2013), manifiesta que la densidad de siembra de cultivos se define como el número de plantas por unidad de área de terreno; tiene un marcado efecto sobre la capacidad de producción de las plantas y es tan importante, que se le considera como un insumo más en el proceso de producción; de la misma importancia que un fertilizante.

La densidad de siembra está relacionada con los efectos que en la planta produce la competencia de otras plantas de su misma especie o de otras que se encuentren dentro de un espacio determinado. La competencia se ve como las inconveniencias causadas por la proximidad de las plantas vecinas y que pueden ser: disminución de disponibilidad de luz, espacio, agua o nutrientes para cualquier planta individual, cuando su follaje o área radicular se traslapa con la de otro individuo (ANACAFE, 2013).

A medida que se incrementa la población de plantas por área, disminuye la producción media por planta, debido a la competencia por los recursos necesarios para su crecimiento. Entre los factores más importantes que deciden la densidad de siembra óptima para un cultivo, están las características morfológicas de las plantas, las cuales deben de tener condiciones ambientales para que puedan desarrollarse sin limitantes y expresar la capacidad genética (ANACAFE, 2013).

3.1.3 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo

El frijol es una planta anual que se adapta a las variadas condiciones de clima y suelo. Se desarrolla mejor en un clima templado a cálido, en un rango de temperaturas que van desde los 18 a los 26°C. Temperaturas inferiores a 16 °C, ocasiona algunas alteraciones de las variedades, generalmente tardías. Así disminuyen su capacidad de producción, afecta al cuajado de las flores, así como reduce el tamaño del grano y el número de semilla por vaina. El frijol tampoco resiste a las sequías prolongadas.

Un cierto grado de humedad ambiental durante la etapa de la floración del cultivo, es necesario para asegurar un buen cuajado de las flores. El frijol se desarrolla en la mayoría de los suelos; pero, los mejores para este cultivo son los suelos franco-arenosos, franco arcilloso y franco-limoso. No prospera bien en suelos excesivamente arcillosos o arenosos carentes de nutrientes. Los suelos arcillosos tienen problemas de compactación y mal drenaje, que impiden un buen desarrollo radical y propician la proliferación de los hongos patógenos del suelo (Valladolid, 1993).

3.1.4 Crianza campesina del frijol

Sangama *et al.*, (2012), con respecto al cultivo del frijol muestran testimonios producto de la convivencia y conversación armoniosa con familias campesinas y curiosas en sus faenas agrícolas, registrando sus saberes, secretos, señas, prácticas agronómicas, momentos festivos, enmarcados en su cosmovisión amazónica y la forma holística de vivenciar la naturaleza, en las comunidades de Sapotillo, El Paraíso y San Juan en el Distrito den Tres Unidos y en todo el valle de Mishquiyacu-Picota, que a continuación se indican:

Don Teobaldo Panduro Tananta, de 50 años de edad, manifiesta que, la siembra de campaña chica empieza en el mes de enero, febrero y la campaña grande del 17 al 23 de junio, antes de la fiesta de San Juan. Don Weimar Fasanando Ushiñahua, de 48 años de edad, indica que el frijol Huasca se produce por arriba de Tres Unidos, en la parte de Mojarillo, Ishpatero, El Filo. En el mes de junio se siembra más (Campaña grande) y en el mes de febrero se siembra menos (Campaña chica). En el mes de marzo y abril llueve mucho, se malogra al cultivo, pero siempre se cosecha algo.

Don Manuel Del Águila, Teobaldo Panduro, Misael Pinchi, Sofía Fasanando y Carlos Bustamante, mencionan que el frijol Huasca a los 15 días de sembrado empieza a soguearse en las estacas o quirumas, lo envuelve a la quiruma, crece según la quiruma, el grano es de color amarillo, produce a los tres a cuatro meses. La siembra se realiza en enero, febrero y junio.

Don Misael Pinchi Cachique, de 68 años de edad, indica que las lluvias, vienen medio desordenados, recuerdo que en el mes de marzo eran fuertes las lluvias; pero, en estos últimos años las lluvias se adelantan, a veces se retardan demasiado, cada año el Sol es más fuerte. Antes el verano no quemaba tanto.

Don Francisco Fasanando Pinchi de 40 años de edad, manifiesta que después de una lluvia aparece el sol doliendo fuerte, entonces al frijol lo deja medio quemado, resentido, amarillento y no produce bien, ahí se dice que el frijol ha hechado casa o se hechó el frijol. Cuando hay mucha lluvia al frijol lo ataca el hielo, no produce bueno. Cuando hay mucho verano las hojas hacen ractapangas (anchos y gruesos) y no produce bueno.

Don Samuel Amasifuen Cachique, de 45 años de edad, dice que la floración de los árboles nos avisan cuando la Tangarana (*Techigalites smannii*), Quillosisa (*Ochisialo matophylla*), Amasisa (*Erytrina edulis*), florecan bastante desde julio, agosto, septiembre, nos indican que va haber una buena cosecha de frijol y si flora poco es que no va a producir bueno.

Don Misael Pinchi Cachique de 68 años de edad, indica que cuando se ve en las alturas que el Shimbillo (*Inga inaamonea*), está cargadito de flores blancas la campaña, será muy buena para el frijol, habrá abundante cosecha, la mayoría de sus flores del frijol cuajarán (formación del fruto), entonces se dice que está bueno para realizar la chacrita del frijol.

Don Nemesio Pinchi Fasanando, de 40 años de edad, dice que en el mes de agosto vemos si la Rosa Sisa (*Tagetes erecta*) y el Huayruro (*Ormosia coscinea*), si está con cantidad de flores, con mirar nomás, ya sabemos que los frijoles van a producir bastante. Don Francisco Fasanando Pinchi de 40 años de edad indica, que la siembra del frijol se realiza faltando cinco días antes de la fiesta de San Juan (campaña grande) y cuando llega el día 24 de junio se lo pisa al frijol que está creciendo para tener buena producción, fijo sembramos del 15 al 17 de junio, dependiendo de la luna también.

Don Wilfredo Linares Fasanando, de 53 años de edad, opina que antes no se pagaban jornales durante la cosecha del frijol, se trabajaba en choba choba, todos nos ayudábamos como ahora en la chacreada, en la siembra, deshierbo, cosecha y siempre devolviendo la ayuda; pero, cuando tenías peonada (jornaleros), por la mañana te cogían del patrón y por la tarde se les daba que cosechen a los peones o a los amigos que te ayudaron.

3.1.5 Sistema Espaldera

a. Espaldera sencilla

Consiste en colocar hileras de postes verticales de 2.0 m., de altura a cada 5 - 7.5 metros, los cuales sustentan en la parte superior un hilo de alambre galvanizado N° 12, para fijarlo se usan grapas para cerco. Cuando en la zona existen vientos muy fuertes se puede colocar un segundo hilo de alambre a unos 0.40 m abajo del primero. Según investigadores Brasileños el segundo alambre sirve solamente para dar mayor fijeza a la estructura. El sistema de manejo es fácil y permite un

mejor asociación con otros cultivos (Ministerio de Agricultura, 2009), con un solo hilo de alambre es el más usado en Brasil por ser económico.

El sistema de espaldera sencillo, consiste en construir una espaldera vertical formada de postes distanciados a 2 m y una altura libre de 1,5 - 2,0 m. Este sistema permite una mayor densidad de plantas por manzana, además permite intercalar cultivos anuales en los tres primeros años de su desarrollo. Su construcción es similar al tipo "T", con la diferencia de que este sistema solamente lleva 2 hilos de alambre, uno colocado sobre la punta de los tutores y el otro a 1,5 m de la superficie del suelo. Las ventajas del sistema espaldera sencillo son: Mayor densidad de plantas permite intercalarse con cultivos permanentes en los 3 primeros años (Fig. 1) (<http://www.herbotecnia.com.ar/aut-passiflora.html>).

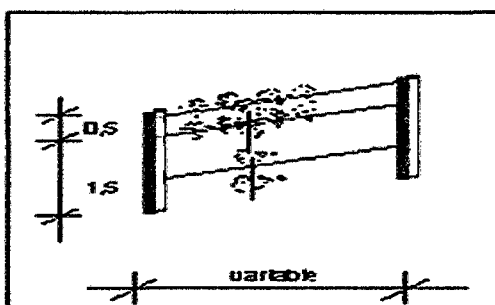


Figura 1: Espaldera sencilla

<http://www.inia.gob.pe/boletin/bcit/boletin0001/ntpucallpa.htm#ntpucallpa1>, manifiesta que el sistema de siembra del frijol tipo IV "trepador" en espalderas, es una adaptación de la infraestructura para la producción de leguminosas trepadoras como *Centrosema sp* y *Pueraria phaseoloides* "kudzú", evaluado en años anteriores con excelentes resultados,

convirtiéndose esta infraestructura en una herramienta esencial para incrementar los rendimientos de grano, ya que induce a la formación de mayor número de botones florales por la incidencia de los rayos solares a lo largo del tallo a partir del segundo tercio de la planta (Fig. 2).



Figura 2: Frijol Tipo IV trepador

Este sistema incrementa los rendimientos de grano, facilita las labores de manejo, control de malezas y plagas, cosecha y sobre todo se tiene control total sobre la plantación, lográndose detectar problemas, ya que facilita el acceso a todo el campo.

3.1.6 Abonos orgánicos

Coronado (1995), indica que los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar las características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de

productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados.

Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen propiedades especiales, ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este, y el efecto en conjunto, se refleja para muchos casos en un incremento en los rendimientos de los cultivos. De manera básica, actúan en el suelo sobre las propiedades físicas, químicas y biológica (Ansorena, 1994; Cervantes, 2004). Así mismo, Benedetti *et al.*, (1998), corrobora al indicar que la aplicación de fertilizantes orgánicas como compost, estiércol o biofertilizantes conllevan a un incremento de la fertilidad del suelo a través de la mineralización de la materia orgánica, lo cual además se traduce en una mayor actividad biológica y mejoras en las propiedades físicas y químicas del suelo (Altieri y Nicholls, 2006).

Los abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

a. Propiedades físicas:

El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden asimilar con mayor facilidad los nutrientes. El abono orgánico mejora la

estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.

b. Propiedades químicas

Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH. Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta la fertilidad.

c. Propiedades biológicas

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios. Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente (Cervantes, 2004).

El estiércol ejerce un efecto favorable en tal condición por el gran y variado número de bacterias que posee. Éstas producen transformaciones químicas no sólo en el estiércol mismo sino, además, en el suelo, haciendo que muchos elementos no aprovechables por las plantas puedan ser asimilados por ellas. Además, el estercolado puede aumentar la población y la actividad de algunos componentes de la fauna edáfica, como por ejemplo las lombrices (Sosa, 2005).

Los estiércoles son una magnífica fuente de nutrimentos, pero requiere un adecuado manejo para aprovecharlos de manera óptima. La aplicación al suelo de estos materiales orgánicos es benéfica, ya que mejora la fertilidad del mismo. Por otro lado, su abuso provoca toxicidad por exceso de algunos nutrimentos o por sales (Castellanos, 1984). El momento de aplicación debería ser próximo a la siembra del cultivo, para disminuir la pérdida de nutrientes por volatilización o lavado. Sin embargo, en los casos en que estos materiales puedan producir modificaciones importantes del pH o elevar la salinidad, será conveniente disponerlos sobre el suelo 30 a 45 días previos a la siembra (Sosa, 2005).

Reddy (1980), señala que la incorporación de estiércoles de bovino, porcino y gallinaza provoca una disminución de la capacidad de adsorción del fósforo luego de un periodo de incubación de 30 días. Muchos investigadores, entre ellos: Aweto y Ayuba (1993), señalan que la aplicación regular de estiércol animal sobre los campos previene la declinación progresiva de nutrimentos del suelo. Igualmente, experiencias dentro y fuera del país han demostrado las bondades de la gallinaza como fuente de nutrimentos para los cultivos (Añes y Tavira, 1993; Freitas, 1984; Pérez de Roberti *et al.*, 1990; Rodríguez y Lobo, 1982). Dado que la dinámica de un material orgánico en el suelo depende de su composición y su interacción con las características de éste.

Los efectos que provocan los abonos orgánicos en el suelo han sido estudiados por Emmus (1991), Kalmas y Vázquez (1996), Sendra (1996) y Peña (1998), quienes señalan que la materia orgánica influye sobre las

principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, como son la disponibilidad de nutrientes, la conductividad eléctrica, el pH, la capacidad de intercambio aniónico y catiónico, actúa como un amortiguador, regulando la disponibilidad de nutrientes según las necesidades de la planta; aumenta la capacidad de almacenamiento del agua, regula la aeración del suelo y aumenta la actividad biótica y la capacidad de resistencia a factores ambientales negativos como arrastres y erosión. También Guerra *et al.*, (1995) le atribuye que aumenta la eficiencia de los fertilizantes minerales. Por todos estos atributos, Gianella (1993) señala que la agricultura orgánica a nivel mundial ha demostrado que sus niveles de producción son iguales o superiores a los de la tecnológica y que sus productos no envenenan ni enferman al productor.

3.1.7 La gallinaza de postura

La gallinaza se obtiene a partir del estiércol de las gallinas ponedoras. Se puede utilizar como abono orgánico, es decir composta, o como complemento alimenticio para ganado rumiante. El valor nutritivo de la gallinaza es mayor que el de otros abonos orgánicos pues es especialmente rica en proteínas y minerales. La Gallinaza es el estiércol de gallina preparado para ser utilizado en la industria ganadera o en la industria agropecuaria. La Gallinaza tiene como principal componente el estiércol de las gallinas que se crían para la producción de huevo. Es importante diferenciarlo de la pollinaza que tiene como principal componente el estiércol de los pollos que se crían para consumo de su carne (<http://avicolauraba.galeon.com/enlaces2357462.html>).

La Gallinaza se utiliza como abono o complemento alimenticio en la crianza de ganado debido a la riqueza química y de nutrientes que contiene. Los nutrientes que se encuentran en la gallinaza se deben a que las gallinas solo asimilan entre el 30% y 40% de los nutrientes con las que se les alimenta, lo que hace que en su estiércol se encuentren el restante 60% a 70% no asimilado. La gallinaza contiene un importante nivel de nitrógeno el cual es imprescindible para que tanto animales y plantas asimilen otros nutrientes y formen proteínas y se absorba la energía en la célula (<http://avicolauraba.galeon.com/enlaces2357462.html>).

El carbono también se encuentra en una cantidad considerable el cual es vital para el aprovechamiento del oxígeno y en general los procesos vitales de las células (<http://avicolauraba.galeon.com/enlaces2357462.html>). Otros elementos químicos importantes que se encuentran en la gallinaza son el fósforo y el potasio. El fósforo es vital para el metabolismo, y el potasio participa en el equilibrio y absorción del agua y la función osmótica de la célula. La Gallinaza es uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede aportar al suelo. Contiene nitrógeno, fósforo, potasio y carbono en importantes cantidades (<http://avicolauraba.galeon.com/enlaces2357462.html>).

De hecho, la gallinaza puede ser mejor fertilizante que cualquier otro abono, incluyendo el de vaca o el de borrego, precisamente porque la alimentación de las gallinas suele ser más rica y balanceada que la pastura natural de las vacas o los borregos (<http://avicolauraba.galeon.com/enlaces2357462.html>).

El valor nutritivo de la gallinaza es mayor que el de otras excretas de animales, pues es especialmente rica en proteínas y minerales. El alto contenido en fibra determina que los rumiantes se consideren los más indicados para su consumo (<http://avicolauraba.galeon.com/enlaces2357462.html>).

La gallinaza se puede utilizar en la mayoría de los cultivos, por su alto contenido de nitrógeno, es importante ajustar el empleo de fertilizantes nitrogenados para evitar los excesos. El contenido de potasio es bajo, por lo que deberá ser especialmente necesario utilizar un fertilizante potásico (FAO, 1986; citado por Larios y García, 1999).

Yagodin (1986), asegura que la gallinaza es un abono orgánico de excelente calidad, la cual se compone de las deyecciones de las aves de corral y de material usado como cama, que por lo general es la cascarilla de arroz mezclada con cal en pequeña proporción, la cual se coloca en el piso. La gallinaza es un apreciado fertilizante orgánico, relativamente concentrado y de rápida acción. Lo mismo que el estiércol, contiene todos los nutrientes básicos indispensables para las plantas, pero en mucha mayor cantidad. La gallinaza posee una mayor concentración de nutrientes, este valor depende del tiempo y rapidez del secado, así como de la composición de N, P (P_2O_5), K (K_2O). Esto tiene especial relevancia en el caso del nitrógeno y el fósforo, ya que a parte de su valor como abono, en muchas ocasiones, con una excesiva densidad animal en el área, estos elementos se consideran contaminantes del suelo.

Pazmino (1981), señala que la gallinaza presenta la siguiente composición bromatológica. Ver cuadro 1.

Cuadro 1. Composición bromatológica de la gallinaza.

Materia seca %	81,9
Materia orgánica %	65,9
Cenizas %	34,9
Proteína bruta %	20,8
Fibra bruta %	19,8
Extracto Etéreo	1,2
ELN %	24,6
Energía B. Mcal/Kg/ms	2,58
Energía D. Mcal/Kg/ms	1,4
Energía M. Mcal/Kg/ms	1,15
Calcio %	12,7
Fósforo %	2,1
Potasio %	1,4
Magnesio %	1,8
Sodio %	0,7

Fuente: Pazmino (1981).

3.1.8 Referencias de investigaciones similares en Fabáceas de grano

Según el CIAT (1996), la mayoría de las zonas productoras de frijol en América Latina están localizadas en zonas marginales, baja fertilidad y lluvias insuficientes para el buen desarrollo del cultivo. Entre las limitantes edáficas que afectan el crecimiento y la productividad del frijol se incluyen las diferencias nutricionales, principalmente nitrógeno y fósforo (Robleto, 1988).

En el Perú se ha encontrado que los rendimientos de frijol con siembras en plano con una semilla por postura, se incrementa con el aumento de las poblaciones, pero que a espacio de 30 x 30 cm con 3 semillas por postura ($333,333 \text{ plantas.ha}^{-1}$), los rendimientos fueron tan buenos como a 30 x 15 cm

con una semilla por golpe ($222,222 \text{ plantas.ha}^{-1}$), al compararlos con $60 \times 10 \text{ cm}$ ($166,666 \text{ plantas.ha}^{-1}$) que era la más común (Romero, 1990).

En Costa Rica, al estudiar los efectos del número de plantas por hectárea y por golpe, sobre los rendimientos; con poblaciones de tipo II y III que van desde $100,000$ hasta $400,000 \text{ plantas.ha}^{-1}$ se reporta que los rendimientos más altos fueron de $3,400 \text{ kg.ha}^{-1}$, se consiguieron con $100,000 \text{ plantas.ha}^{-1}$ y un arreglo de $50 \times 40 \text{ cm}$ con dos semillas por postura (Pinchinat, 1988).

En Venezuela, se lograron los mejores rendimientos con hileras dobles sembradas a 20 y 30 cm entre ellas, y a 50 y 60 cm entre cada par, con poblaciones de $252,245$ y $213,285 \text{ plantas.ha}^{-1}$ respectivamente, y rendimientos de $18,25$ y $16,87$ por ciento superiores al testigo; hileras sencillas a $60 \times 10 \text{ cm}$. El incremento en el número de vainas por planta y el número de granos por vaina tenía una relación directa con el incremento en los rendimientos obtenidos (Ortega y Barrios, 1987).

Las investigaciones del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) en Colombia han mostrado que los frijoles como monocultivo producen los rendimientos más altos con distanciamientos de 30 cm entre hileras y de 9 cm entre plantas, o de 45 cm entre hileras y 6 cm entre plantas en el surco (equivalente a $370,000 \text{ semillas.ha}^{-1}$). Los rendimientos normalmente se estabiliza entre $200,000$ - $250,000$ plantas actuales por hectárea, pero las pérdidas entre la siembra y la cosecha con frecuencia son entre 25 - 40 por

ciento. Las siembras de alta densidad también parecen aumentar la altura de inserción de las vainas, lo cual aminora los problemas de pudrición.

Los ensayos con frijoles con hábito de crecimiento trepador muestran que las poblaciones finales de 100,000-160,000 plantas.ha-1 son las óptimas, aunque se cultiven solas o con maíz (Juárez, 2003).

En los cultivos anuales existe una relación estrecha entre los rendimientos y el número de plantas presentes al momento de la cosecha. Este último a la vez guarda relación con el tipo de cultivo, con la variedad empleada, con la forma y tipo de siembra de la semilla y con el número y la distribución de plantas sembradas por unidad de superficie (FAO, 1989).

En el frijol, hay una disminución apreciable de las plantas que llegan a la cosecha, en comparación con el número de semillas sembradas. Dentro de las causas se mencionan: el bajo poder germinativo que se pierde con facilidad; el tipo de germinación epigea de la especie, tapizamiento de las semillas debido a compactación del suelo; semillas sin tapar; semillas partidas y cortadas por causas mecánicas, lo cual determina plantas con desarrollo anormal; ataque de patógenos del suelo antes y después de la germinación y el número de plantas sembradas por unidad de superficie (DICTA, 1998).

Según Agundis y Valtierra (1972), la distancia entre hileras influye en los rendimientos de los cultivos en cuatro formas: A medida que se estrecha el ancho entre hileras, las plantas se pueden distanciar más dentro de esta y

todavía mantener la misma población. Hasta cierto punto, esto facilita el control de malezas puesto que el cultivo crea un sombreado más temprano y más efectivo entre hileras.

Las hileras más estrechas permiten poblaciones más grandes sin apiñamiento. A medida que se hace más ancha la hilera las plantas, tienen que ser colocadas más cerca dentro de la hilera para mantener la misma población (Agundis y Valtierra 1972).

Según Agundis y Valtierra (1972), el cambio a hileras más estrechas puede causar más problemas de los que resuelve, ya que las hileras más estrechas le cuestan al agricultor más en términos del tiempo, la semilla y los pesticidas. Eso es porque la hilera más estrecha aumenta el total de hileras por cada unidad de área, puesto que resultan más hileras para trabajar y más semillas que sembrar.

El cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) es de gran importancia a nivel mundial y en Centroamérica. Este estudio fue realizado con el propósito de determinar el efecto de los arreglos espaciales de una población uniforme sobre el rendimiento de grano y otras características agronómicas de tres variedades mejoradas de frijol rojo (Tío Canela 75, Amadeus-77 y Carrizalito). Para este experimento se usó un arreglo factorial de 3×4 en un diseño estadístico en bloques completamente al azar (BCA) con cuatro repeticiones, en unidades experimentales de 3×6 m. Bajo una misma población de 200,000 plantas/ha se probaron cuatro arreglos espaciales (60×8.5 cm; 50×10 cm; 40×12.5

cm y 30 × 16.5 cm). Este ensayo se realizó en el Valle del Zamorano, Francisco Morazán, a 30 km Sur Oeste de Tegucigalpa, Honduras. Los datos se analizaron con un ANDEVA y separación de medias SNK, con un nivel de significancia de ($P \leq 0.1$). Las variables fenológicas de altura de planta y días a madurez fisiológica mostraron diferencias significativas por efecto de los factores simples y sus interacciones (VAR × DIST), respectivamente. Las variables revelaron diferencias significativas por efectos simples en rendimiento, días a floración (arreglo espacial); peso de 100 semillas, altura de planta (varietal), y número de granos por vaina, días a madurez fisiológica (interacción). Las diferencias encontradas se deben a la respuesta genética de cada variedad; sin embargo, las diferencias debidas a los arreglos espaciales pudieron ser afectadas por las condiciones inadecuadas en que se desarrolló el ensayo.

Uno de los elementos que más influye en los rendimientos agrícolas, lo constituye la cantidad de plantas por hectárea o lo que es lo mismo la densidad de plantación. Todos los cultivos requieren una densidad óptima, determinada por el área vital necesaria para un adecuado desarrollo de cada planta. Si esta área vital resulta insuficiente, ocurre el fenómeno de competencia de las plantas por los elementos esenciales para su desarrollo: nutrientes, agua y luz (Baez y Gutierrez (2011).

La productividad de un cultivo está determinada por su potencial genético y el impacto del ambiente sobre su capacidad de crecimiento (Gifford *et al.*, 1984; Muchow *et al.*, 1990). El rendimiento por unidad de superficie está

condicionado por el número de individuos capaces de producir rendimiento, y la biomasa producida por cada individuo refleja la disponibilidad de recursos durante toda la estación de crecimiento y se asocia con su rendimiento, debido a esto en la producción de hortalizas de hoja pequeña en el sistema de bandejas flotantes, uno de los procesos claves para el buen desarrollo del cultivo es la siembra uniforme y a una densidad adecuada, que depende de la especie y el material genético particular.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1 Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de investigación se ejecutó en el Fundo Hortícola “El Pacífico”, de propiedad del Ing. Jorge Luís Peláez Rivera, en el Distrito y provincia de Lamas.

Ubicación geográfica:

Latitud Sur	: 06° 20' 15''
Longitud Oeste	: 76° 30' 45''
Altitud	: 835 m.s.n.m.m.

Ubicación política

Fundo	: Pacífico
Provincia	: Lamas
Distrito	: Lamas
Región	: San Martín

4.1.2. Antecedentes del campo

En el Fundo Hortícola “El Pacífico”, se vienen cultivando hortalizas de gran potencial comercial y cuenta con una extensión de dos hectáreas desde hace veinticinco años.

4.1.3. Vías de acceso

La principal vía de acceso al campo experimental es la carretera Fernando Belaunde Terry a la altura del Km. 12, con un desvío al margen derecho a 9.5 Km. de la ciudad de Tarapoto.

4.1.4. Características edafoclimáticas

a. Características climáticas

Cuadro 2: Datos meteorológicos

Meses	Temperatura Media Mensual (°C)	Precipitación total mensual (mm)	Humedad Relativa (%)
Agosto	23.60	56.9	84
Septiembre	23.80	112.5	85
Octubre	24.00	155,4	85
Noviembre	24.50	180,4	83
Total	95.90	505.2	337.0
Promedio	24.00	126.3	84

Fuente: SENAMHI, 2014.

b. Características edáficas

Las condiciones de textura del Fundo Hortícola “El Pacífico” es de Franco Arcillo Arenoso, con un pH ligeramente ácido, materia orgánica bajo, nitrógeno bajo, fósforo (ppm) alto, K₂O (ppm) alto. En el cuadro 3, se muestra las características físicas y químicas del suelo.

Cuadro 3: Características físicas y químicas del suelo

Determinaciones		Datos	Interpretación
Ph		6.48	Ligeramente Ácido
M.O (%)		1.33	Bajo
C.E. (μ S)		156	
N (%)		0.067	Bajo
P (ppm)		120.0	Alto
K ₂ O (ppm)		375.52	Alto
Análisis mecánico (%)	(%) Arena	56.0	
	(%) Limo	32.0	
	(%) Arcilla	12.0	
	Clase textural	Franco Arcillo Arenoso	
CIC (meq)		13.63	Bajo
Cationes cambiables (meq)	Ca ⁺⁺ (meq/100 g)	0.48	Bajo
	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	0.15	Bajo
	K ⁺ (meq/100 g)	0.96	Bajo
	Na ⁺ (meq/100 g)	0.25	Bajo
Suma de bases			

Fuente: Laboratorio de Suelos FCA – UNSM – T (2014).

4.1.5. Componentes estudiados

- Densidad de siembra en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto El Huallaguino con uso del sistema de espaldera.

4.2. Metodología

4.2.1. Diseño experimental

Para la ejecución del presente trabajo de investigación se utilizó el diseño estadístico de bloques completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y tres repeticiones. La información generada de campo fue procesada con el programa estadístico SPSS 19, el cual utiliza la significación del P-valor a niveles de confianza del 1% ($P < 0.01$) y 5% ($P < 0.05$) y la prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$) para promedios de tratamientos.

Cuadro 4: Tratamientos en estudio

Tratamientos	Distanciamientos
T0 (Testigo)	0.30 m x 1.0 m
T1	0.60 m x 1.0 m
T2	0.90 m x 1.0 m
T3	1.20 m x 1.0 m
T4	1.50 m x 1.0 m

4.2.2 Características del campo experimental

Bloques

Nº de bloques	: 04
Ancho	: 3 metros de cada bloque
Largo	: 45 metros
Área total del bloque	: 135.0 m ²
Separación entre bloque	: 1,5 m.
Calle	: 1.5 m

Parcela

Ancho	: 3.0 m
Largo	: 9.0 m
Área	: 27.0 m ²

4.2.3. Conducción del experimento

a. Limpieza del terreno

Se utilizaron machetes y lampas para eliminar las malezas y evitar la competencia por agua, luz y nutrientes.

b. Preparación del terreno y mullido

Esta actividad se realizó removiendo el suelo con el uso de palanas, previa incorporación de gallinaza (3.0 Kg.m^2) y con la finalidad de mejorar la textura y uniformizar el suelo. Seguidamente se empezó a mullir las parcelas con la ayuda de un rastrillo.

c. Parcelado

Después de la remoción del suelo, se procedió a parcelar el campo experimental dividiendo en tres bloques, cada uno y con sus respectivos cuatro tratamientos.

d. Siembra

La siembra se realizó con el uso de un tacarpo, a una profundidad de 5 cm., con fecha de siembra el 18/08/2014.

4.2.4 Labores culturales

Se realizaron las siguientes labores:

a. Control de maleza

El deshierbo se realizó usando machete, en una frecuencia de dos veces al mes.

b. Riego

El riego se efectuó por aspersión y de acuerdo a la incidencia de las lluvias registradas.

c. Cosecha

Se realizó cuando el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*), variedad Huasca Poroto Huallaguino, alcanzó su madurez fisiológica; es decir, cuando el 90% de las vainas cambiaron de color, las hojas se volvieron amarillas por vejez o se han cayeron la mayoría.

4.2.5 Variables evaluadas

a. Porcentaje de emergencia

Se realizó el conteo del total de las plantas emergidas por tratamiento.

b. Altura de planta (cm)

Se evaluó las alturas desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal de la planta, al momento de la cosecha. La evaluación plantas por parcela de cada tratamiento, tomando como referencia el tallo visible (nivel del suelo) y la yema terminal.

c. Número de vainas por planta

Se valoró el número de vainas de 10 plantas por cada tratamiento y hacer las comparaciones respectivas con todos los tratamientos.

d. Número de semillas por vaina

Se contabilizó el número de semillas que contenían las vainas de 10 plantas tomadas al azar, por cada parcela de los tratamientos.

e. Peso promedio de la semilla (g)

Se utilizó una balanza de precisión, para lo cual se pesó los granos de las 10 plantas tomadas al azar por cada parcela de los tratamientos.

f. Rendimiento (Kg.ha⁻¹)

El rendimiento se obtuvo evaluando el total de las cosechas por cada tratamiento. Los rendimientos se obtendrán en Kg.ha⁻¹.

g. Análisis económico

La relación Beneficio / Costo se efectuó de acuerdo a la siguiente fórmula:

Relación Costo Beneficio = Costo de producción/Beneficio Bruto x 100.

V. RESULTADOS

5.1. Porcentaje de emergencia

Cuadro 5: Análisis de varianza para el porcentaje de emergencia (transformados por \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,003	2	0,002	0,515	0,616 N.S.
Tratamientos	0,040	4	0,010	3,087	0,082 N.S.
Error experimental	0,026	8	0,003		
Total	0,070	14			

$R^2 = 62.6\%$

C.V. = 0.6%

Promedio = 9.95

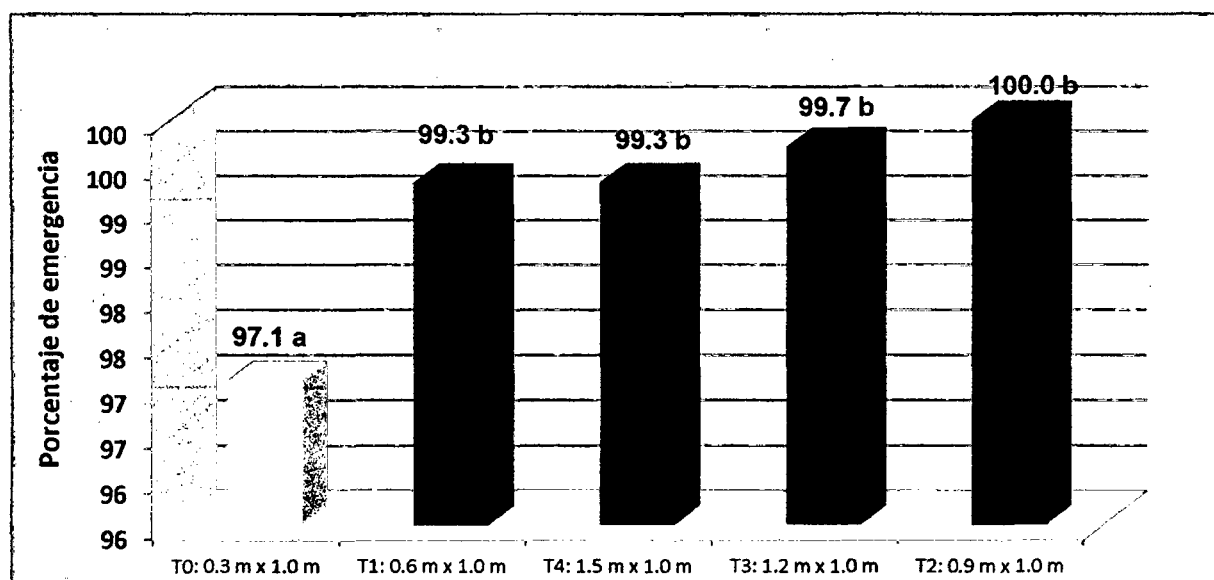


Gráfico 1: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de tratamientos en el porcentaje de emergencia.

5.2. Altura de planta (cm)

Cuadro 6: Análisis de varianza para la altura de planta (cm)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,000	2	0,000	0,097	0,909 N.S.
Tratamientos	0,085	4	0,021	12,336	0,002**
Error experimental	0,014	8	0,002		
Total	0,099	14			

$R^2 = 86.1\%$

C.V. = 2.5%

Promedio = 1.8

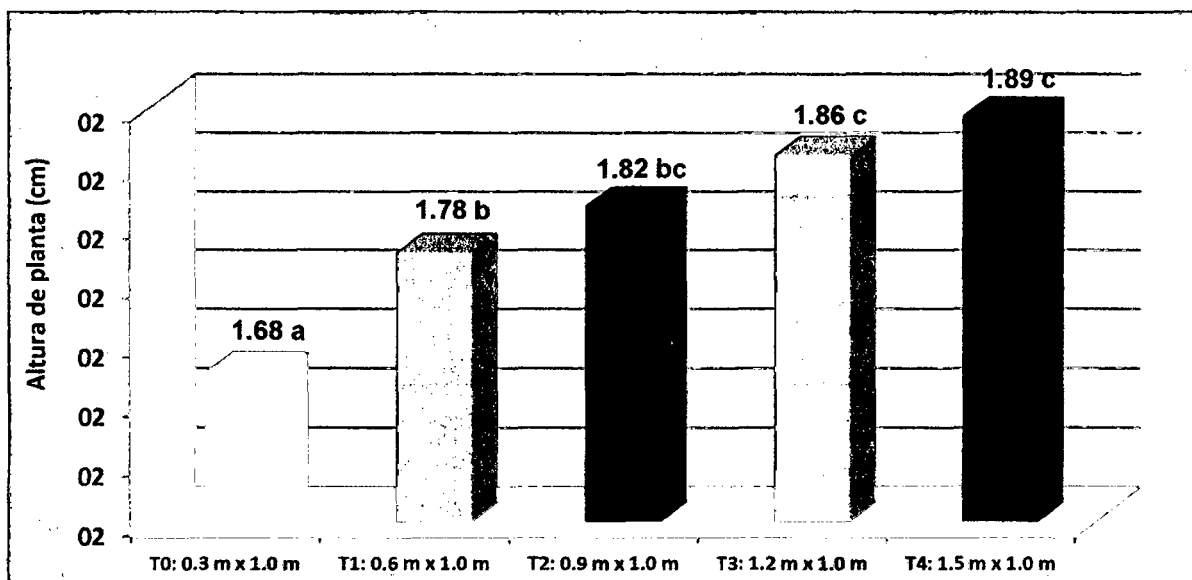


Gráfico 2: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de tratamientos en la altura de planta.

5.3. Número de vainas por planta

Cuadro 7: Análisis de varianza para el número de vainas por planta (transformados por \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Stg. del P-valor
Bloques	0,166	2	0,083	1,591	0,262 N.S.
Tratamientos	49,789	4	12,447	238,042	0,000**
Error experimental	0,418	8	0,052		
Total	50,374	14			

$R^2 = 99.2\%$

C.V. = 2.3%

Promedio = 9.89

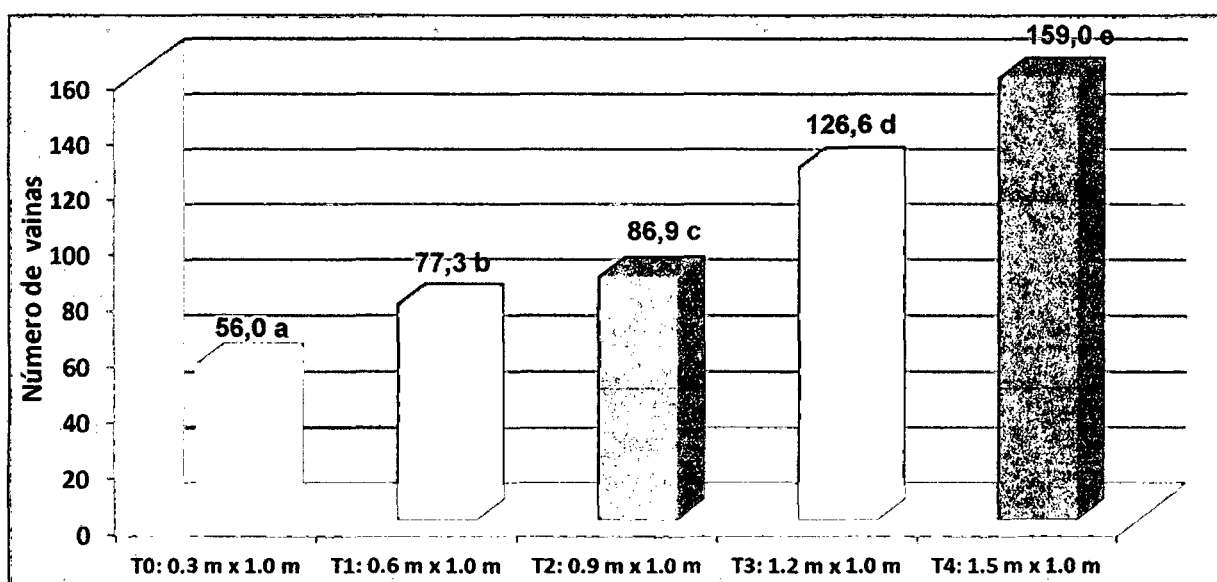


Gráfico 3: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de tratamientos en el número de vainas por planta.

5.4. Número de semillas por vaina

Cuadro 8: Análisis de varianza para el número de semillas por vaina (transformados por \sqrt{x}).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,003	2	0,001	0,404	0,681 N.S.
Tratamientos	0,516	4	0,129	40,468	0,000**
Error experimental	0,025	8	0,003		
Total	0,544	14			

$R^2 = 95.3\%$ C.V. = 2.0% Promedio = 2.71

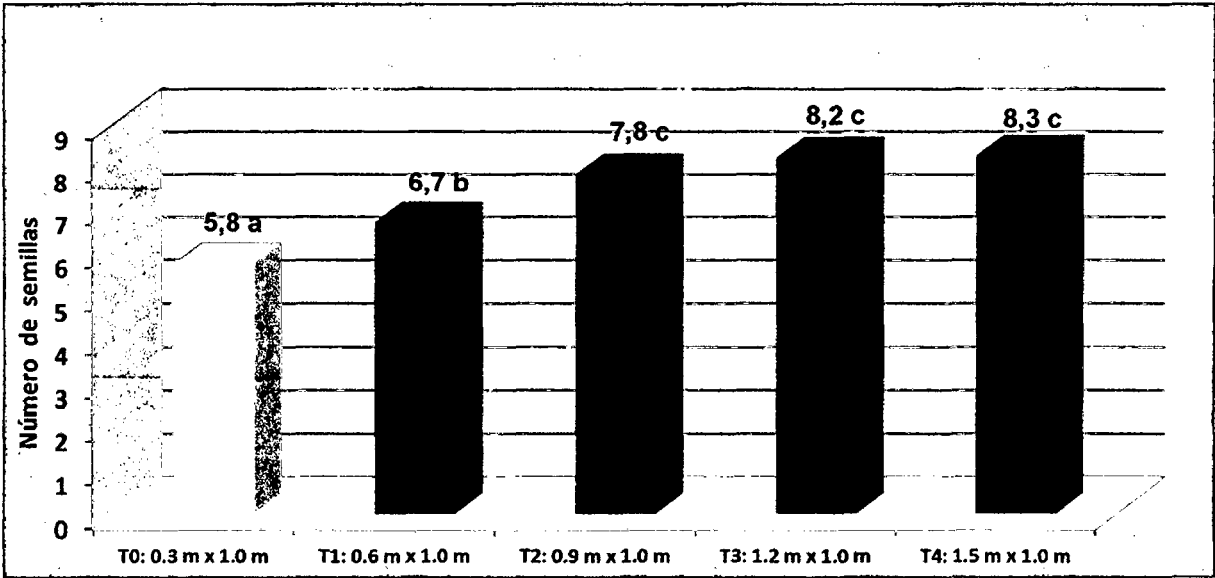


Gráfico 4: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de tratamientos en el número de semillas por vaina.

5.5. Peso de semillas (g)

Cuadro 9: Análisis de varianza para el peso de semilla (g).

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	0,016	2	0,008	18,915	0,001**
Tratamientos	0,276	4	0,069	167,895	0,000**
Error experimental	0,003	8	0,000375		
Total	0,295	14			

R² = 98.9%

C.V. = 4.8%

Promedio = 0.4

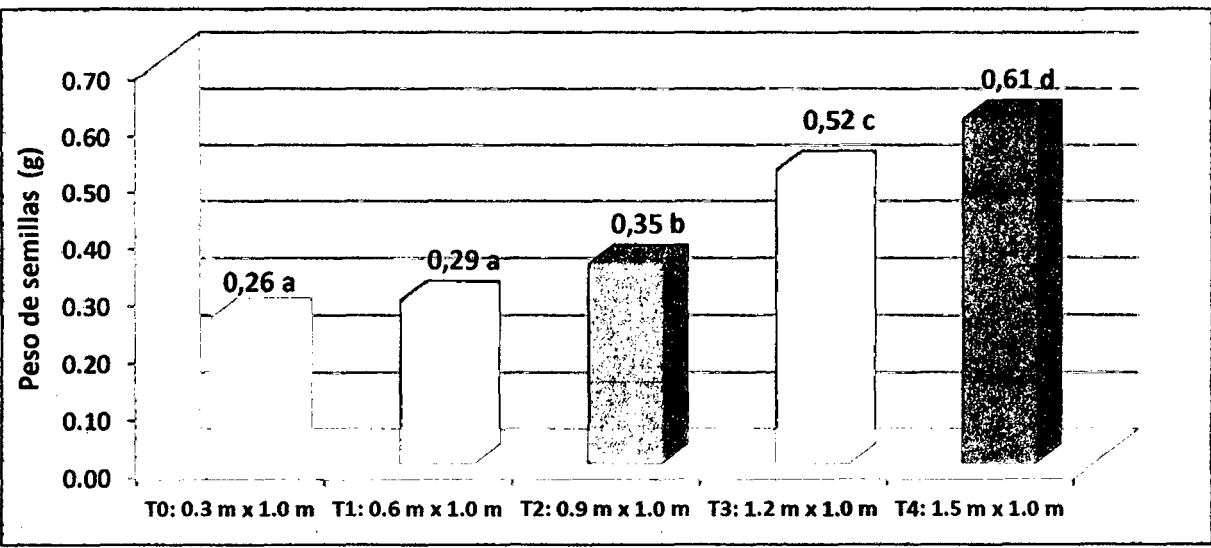


Gráfico 5: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de tratamientos en el peso de semillas.

5.6. Rendimiento (kg.ha⁻¹)

Cuadro 10: Análisis de varianza para el rendimiento (kg/ha)

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	Sig. del P-valor
Bloques	2265943,384	2	1132971,692	7,950	0,013*
Tratamientos	1,980E7	4	4950265,528	34,734	0,000**
Error experimental	1140164,944	8	142520,618		
Total	2,321E7	14			

$R^2 = 95.1\%$

C.V. = 10.6%

Promedio = 3555.1

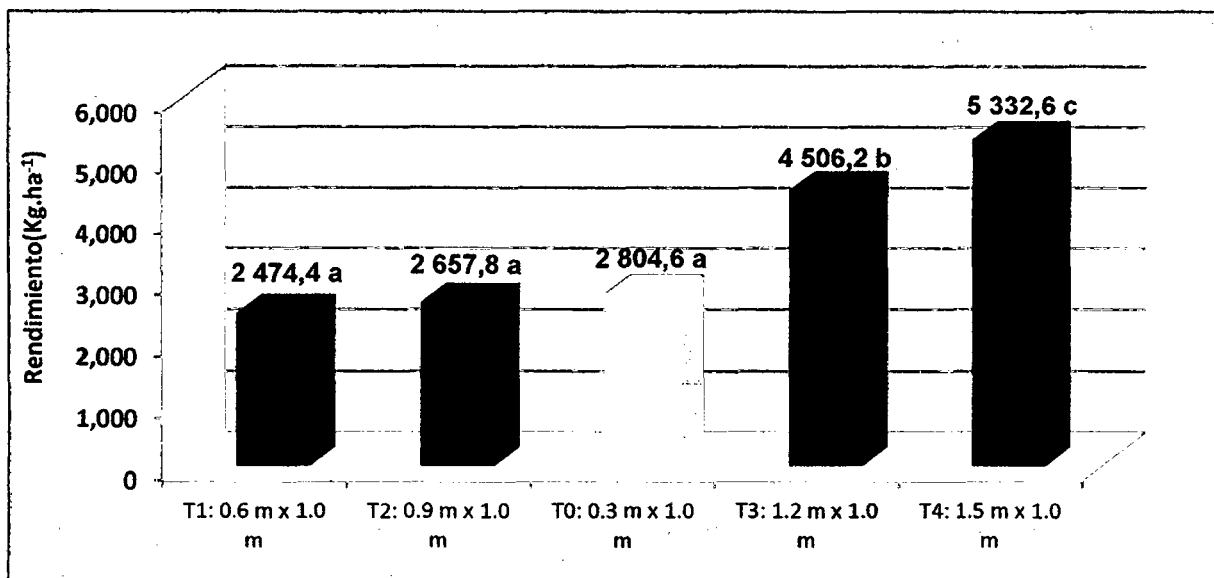


Gráfico 6: Prueba de rangos múltiples de Duncan ($\alpha = 0.05$) para promedios de tratamientos en el rendimiento.

5.8. Análisis económico

Cuadro 11: Análisis Beneficio / Costo por tratamiento

Tratamientos	Rdto (Kg.ha ⁻¹)	Costo de producción (S/.)	Precio de venta x kg (S/)	Beneficio bruto (S/.)	Beneficio neto (S/.)	B/C
T0 (test) (0.3 m x 1 m)	2,804,60	18,346.56	7.00	19,632.20	1,285.64	1.07
T1 (0.6 m x 1 m)	2,474,40	18,346.56	7.00	17,320.80	-1,025.76	-0,94
T2 (0.9 m x 1 m)	2,657,80	18,346.56	7.00	18,604.60	258.04	1.01
T3 /1.2 m X 1 m)	4,506,2	18,346.56	7.00	31,543.40	13,196.84	1,71
T4 (1.5 m x 1 m	5,332,60	18,346.56	7.00	37,328.20	18,980.64	2.03

VI. DISCUSIONES

6.1. Del porcentaje de emergencia

El análisis de varianza (cuadro 5) no reveló la existencia de diferencias significativas para tratamientos ni bloques y el Coeficiente de Determinación (R^2) explica solo en 62.6% el efecto que han tenido las densidades de siembra en el porcentaje de emergencia de las semillas de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino, lo que afirma una respuesta poco relevante de los efectos de los tratamientos evaluados sobre la presente variable predictora. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 0,6% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos de investigación de este tipo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan a un $P>0.05$ (gráfico 1) con promedios ordenados decrecientemente, muestra que los tratamientos T2 (0.9 m x 1.0 m), T3 (1.2 m x 1.0 m), T4 (1.5 m x 1.0 m) y T1 (0.6 m x 1.0 m) resultaron estadísticamente iguales entre sí, logrando obtener los mayores promedios con 100.0%, 99,7%, 99,3% y 99.3% de emergencia respectivamente superando estadísticamente a tratamiento T0 (testigo) quien logró un promedios de 97.1% de emergencia.

6.2. De la altura de planta (cm)

El análisis de varianza (cuadro 6) no reveló la existencia de diferencias significativas en bloques, pero si diferencias altamente significativas ($P<0.01$) para tratamientos, por lo que se asume que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2)

explica muy bien en 86.1% el efecto que han tenido las densidades de siembra sobre la altura de planta del frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto El Huallaguino, lo que afirma una respuesta relevante de los efectos de los tratamientos evaluados sobre la presente variable predictora. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.5% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos de investigación de este tipo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan a un $P>0.05$ (gráfico 2) con los promedios ordenados decrecientemente, muestra que el tratamiento T4 (1.5 m x 1.0 m) alcanzó el promedio más alto con 1.89 m de altura de planta, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T3 (1.2 m x 1.0 m) y T2 (0.9 m x 1.0 m) con 1.86 m y 1.82 m de altura de planta respectivamente y superando estadísticamente a los tratamientos T1 (0.6 m x 1.0 m) y T0 (0.3 m x 1.0 m) quienes alcanzaron promedios de 1.78 m y 1.68 m de altura de planta, respectivamente.

El frijol Huasca Poroto El Huallaguino, se caracteriza morfológicamente, porque tiene un crecimiento indeterminado, el cual es manifestado por Piña (2013) y según esta característica, el tratamiento T4 (1.5 x 1.0 m) obtuvo el mayor promedio de altura de planta, debido a que la densidad de plantas estudiadas (6,666.6), fue influenciada por la fertilidad natural del suelo (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T, 2014). Se prevé que a mayor distanciamiento de siembra, las raíces secundarias tienden a crecer más, por la cual tuvieron mayor capacidad de crecer y absorber los elementos nutritivos

del suelo, y aunado a la inherencia del sistema espaldera, el crecimiento indeterminado del frijol tuvo mayor vigorosidad y sincronización en producir más células de crecimiento, explicándonos de esta manera porque el tratamiento T4, obtuvo la mayor altura de planta, evidenciando menores promedios de altura de planta a mayores densidades de siembra (Agundis y Valtierra, 1972). Coincidiendo en cierta manera con lo reportado por Molina *et al.*, (1996), quienes manifiestan que obtuvieron menor altura de plantas en suelos de baja fertilidad y a altas densidades de plantación.

Según Agundis y Valtierra (1972), la distancia entre hileras influye en los rendimientos de los cultivos en cuatro formas: a medida que se estrecha el ancho entre hileras, las plantas se pueden distanciar más dentro de esta y todavía mantener la misma población. Hasta cierto punto, esto facilita el control de malezas puesto que el cultivo crea un sombreado más temprano y más efectivo entre hileras. Sin embargo, no siempre este hecho se traduce en un incremento potencial del rendimiento, puesto que si las distancias son muy estrechas estos compiten por luz, agua y nutrientes lo que implica un posible mayor crecimiento en altura por búsqueda de luz y por lo tanto en un mayor consumo de energía acumulada, reduciéndose las posibilidades de obtener mayores rendimientos, apreciación que concuerda con los resultados obtenidos del presente trabajo, principalmente con el tratamiento T0 (0.3 m x 1.0 m), indudablemente estas apreciaciones son contundentes, pero con cultivos que tienen crecimiento determinado.

Aunque las hileras más estrechas reducen la evaporación de agua de la superficie del suelo, a causa del sombreado más completo y más temprano, a veces esta ventaja es cancelada por el aumento en el uso de agua por las hojas más expuestas al sol. Bajo condiciones de poca humedad, la población de plantas tiene mucho más influencia sobre el uso de agua que el distanciamiento entre hileras (Agundis y Valtierra, 1972). El mismo autor también indica que el cambio a hileras más estrechas puede causar más problemas de los que resuelve, ya que las hileras más estrechas le cuestan al agricultor más en términos del tiempo, la semilla y los pesticidas. Eso es porque la hilera más estrecha aumenta el total de hileras por cada unidad de área, puesto que resultan más hileras para trabajar y más semillas que sembrar.

6.3. Del número de vainas por planta

El análisis de varianza (cuadro 7) no reveló la existencia de diferencias significativas en bloques, pero si diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para tratamientos, por lo que se asume que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) explica muy bien en 99.2% el efecto que han tenido las densidades de siembra sobre el número de vainas por planta del frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino, lo que afirma una respuesta relevante de los efectos de los tratamientos evaluados sobre la presente variable predictora. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.3% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos de investigación de este tipo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan a un $P > 0.05$ (gráfico 3) con los promedios ordenados decrecientemente, muestra que el tratamiento T4 (1.5 m x 1.0 m) alcanzó el promedio más alto con 159.0 vainas por planta, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (1.2 m x 1.0 m), T2 (0.9 m x 1.0 m), T1 (0.6 m x 1.0 m) y T0 (0.3 m x 1.0 m) quienes alcanzaron promedios de 126.6 vainas, 86.9 vainas, 77.3 vainas y 56.0 vainas por planta, respectivamente.

La distribución de la población de las plantas en el campo requiere el distanciamiento de las plantas dentro de la hilera y la distancia entre las hileras (ancho de las hileras). El espaciamiento de las plantas dentro de la hilera; el número de semillas que se necesitan plantar por cada metro, depende completamente de las poblaciones y la distancia entre hileras que han sido escogidas según las recomendaciones (Agundis y Valtierra, 1972).

A mayor altura de plantas, mayor es el incremento del número de vainas por planta y dicha producción ha tenido relación directa por las condiciones edáficas (Laboratorio de Suelos de la FCA-UNSM-T (2014) y climáticas (SENAMHI, 2014), incidiendo buenas condiciones fisiológicas y metabólicas en la planta y por ende en una mayor producción de asimilados disponibles, las mismas que permitieron mayor desarrollo estructural del número de vainas en las plantas crecidas en el tratamiento T4 (1.5 m. x 1.0 m.)

6.4. Del número de semillas por vaina

El análisis de varianza (cuadro 8) no reveló la existencia de diferencias significativas en bloques, pero si diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para tratamientos, por lo que se asume que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) explica muy bien en 95.3% el efecto que han tenido las densidades de siembra sobre el número de semillas por vaina del frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino, lo que afirma una respuesta relevante de los efectos de los tratamientos evaluados sobre la presente variable predictora. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 2.0% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos de investigación de esta naturaleza.

La prueba de rangos múltiples de Duncan a un $P > 0.05$ (gráfico 4) con los promedios ordenados decrecientemente, muestra que el tratamiento T4 (1.5 m x 1.0 m) alcanzó el promedio más alto con 8.3 semillas por vaina, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T3 (1.2 m x 1.0 m) y T2 (0.9 m x 1.0 m) con 8.2 semillas y 7.8 semillas por vainas, respectivamente y superando estadísticamente a los tratamientos T1 (0.6 m x 1.0 m) y T0 (0.3 m x 1.0 m) quienes alcanzaron promedios de 6.7 semillas y 5.8 semillas por vaina, respectivamente.

La formación de semillas tiene una relación muy fuerte con el proceso de translocación de asimilados hacia los granos y esta es la etapa donde la planta requiere mayor cantidad de agua; las hileras más estrechas

incrementan la absorción de agua debido a la mayor población por unidad de área y por otro lado reduce la pérdida por evaporación, por lo que se evidencia que este proceso fueron compensadas por el mayor desarrollo logrado en los tratamientos con distanciamientos más amplios entre hileras, lo que permitió ser más eficiente al absorber el agua en respuesta del arreglo espacial.

Rosales (2003), evaluó el efecto del arreglo espacial en el rendimiento de tres variedades de frijol Rojo (*Phaseolus vulgaris* L.)" en Honduras, encontró que la variable granos por vaina fue afectada por la interacción de la variedad y el distanciamiento, donde la variedad Carrizalito fue la que presentó más estabilidad en este componente. Se encontró que al distanciamiento 50 cm x 10 cm alcanzó el mayor número de granos por vaina en comparación con los demás distanciamientos, llegando a la conclusión de que la variedad Carrizalito presentó los mejores rendimientos con una tendencia creciente a medida que se aumentaba la distancia entre hileras, siendo concordante esta explicación con los resultados obtenidos en plantas crecidas en los tratamiento 4, 3 y 2, respectivamente, quienes obtuvieron promedios semejantes con relación al número de semillas por vaina y sin diferenciarse entre ellos.

6.5. Del peso de semillas

El análisis de varianza (cuadro 9) reveló la existencia de diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para bloques y para tratamientos, por lo que se asume que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. El

Coeficiente de Determinación (R^2) explica muy bien en 98.9% el efecto que han tenido las densidades de siembra sobre el peso de las semillas del frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino, lo que afirma una respuesta relevante de los efectos de los tratamientos evaluados sobre la presente variable predictora. El Coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 4.8% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos de investigación de este tipo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan a un $P>0.05$ (gráfico 5) con los promedios ordenados decrecientemente, muestra que el tratamiento T4 (1.5 m x 1.0 m) alcanzó el promedio más alto con 0.61 g de peso promedio de la semilla, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (1.2 m x 1.0 m), T2 (0.9 m x 1.0 m), T1 (0.6 m x 1.0 m) y T0 (0.3 m x 1.0 m) quienes alcanzaron promedios de 0.52 g, 0.35 g, 0.29 g y 0.26 g de peso promedio de la semilla, respectivamente.

6.6. Del rendimiento

El análisis de varianza (cuadro 10) reveló la existencia de diferencias significativas ($P<0.05$) para bloques y altamente significativas ($P<0.05$) para tratamientos, por lo que se asume que al menos uno de los tratamientos estudiados fue diferente a los demás. El Coeficiente de Determinación (R^2) explica muy bien en 95.1% el efecto que han tenido las densidades de siembra sobre el rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto Huallaguino, lo que afirma una respuesta relevante de los efectos de los tratamientos evaluados sobre la presente variable predictora. El

Coeficiente de variabilidad (C.V.) con un valor de 10.6% se encuentra dentro del rango propuesto por Calzada (1982) para trabajos de investigación de este tipo.

La prueba de rangos múltiples de Duncan a un $P > 0.05$ (gráfico 6) con los promedios ordenados decrecientemente, muestra que el tratamiento T4 (1.5 m x 1.0 m) alcanzó el promedio más alto con 5,332.6 kg.ha⁻¹ de rendimiento, superando estadísticamente a los tratamientos T3 (1.2 m x 1.0 m), T0 (0.3 m x 1.0 m), T2 (0.9 m x 1.0 m), T1 (0.6 m x 1.0 m) quienes alcanzaron promedios 4,506.26 kg.ha⁻¹; 2,804.66 kg.ha⁻¹; 2,657.86 kg.ha⁻¹ y 2,474.46 kg.ha⁻¹ de rendimiento respectivamente.

Uno de los elementos que más influye en los rendimientos agrícolas, lo constituye la cantidad de plantas por hectárea o lo que es lo mismo la densidad de plantación. Todos los cultivos requieren una densidad óptima, determinada por el área vital necesaria para un adecuado desarrollo de cada planta. Si esta área vital resulta insuficiente, ocurre el fenómeno de competencia de las plantas por los elementos esenciales para su desarrollo: nutrientes, agua y luz (Baez *et al.*, 1988 y Gutiérrez, 2001).

Los resultados del presente trabajo indican que el tratamiento T4, usando un distanciamiento de 1.5 metros entre plantas y 1.0 metros entre filas, fue la densidad óptima que obtuvo el promedio más alto de rendimiento con 5,332.6 kg.ha⁻¹, evaluándose dicho rendimiento en una sola cosecha. No concordando el rendimiento con Piña (2013); debido a que evaluó tres cosechas

consecutivas, así como de evaluar en diferentes épocas de siembras entre ambos experimentos.

Es importante destacar que la aplicación de 30 t.ha^{-1} de gallinaza ha mejorado las características físicas del suelo, específicamente en la textura y su capacidad de almacenamiento de agua dentro del suelo, lo que ha evidenciado que a mayores densidades de planta por unidad de área esta no ha sido suficiente para obtener mayores rendimientos, debido al mayor consumo de estos y agotando las posibles reservas de agua disponible en el suelo.

El sistema de espaldera sencillo, es una herramienta esencial para incrementar los rendimientos (Ministerio de Agricultura, 2009), y debido al crecimiento indeterminado que presenta el frijol Huasca Poroto El Huallaguino, se ha observado en el sistema espaldera (1.80 metros de altura), de que podría trabajar en un futuro con diferentes altitudes, con la finalidad de explotar adecuadamente el cultivo de frijol.

6.7. Del análisis económico

En el análisis económico de los tratamientos (cuadro 11), se presentan los tratamientos, rendimiento en kg.ha^{-1} , costos de producción (S/.) precio actual en mercado por kilogramo de producto (S/.), beneficio bruto y neto (S/.) y la relación Beneficio / Costo obtenido por tratamiento. El precio actual estimado y al por mayor en el mercado local fue de S/ 7.00 Nuevos Soles por kg de frejol trepador.

Se puede apreciar que el tratamiento T4 (1.5 m x 1 m), fue el que generó mayor riqueza con un valor B/C de 2.03, indicando que por cada S/. 1,00 invertido se obtiene S/ 1.03 Nuevos Soles de ganancia y un beneficio neto de S/. 18,980.64 Nuevos Soles, seguido de los tratamientos T3 (1.2 m x 1 m), T0 (0.3 m x 1 m), T2 (0.9 m x 1 m), y T1 (0.6 m x 1 m) quienes reportaron valores B/C de 1.71, 1.07, 1.01 y - 0.94 con beneficios netos de S/.13,196.84; S/. 1,285.64; S/. 258.04 y S/. – 1,025.76 Nuevos Soles, respectivamente.

Es importante destacar que la productividad de un cultivo está determinada por su potencial genético y el impacto del ambiente sobre su capacidad de crecimiento y partición de materia seca hacia destinos reproductivos (Gifford *et al.*, 1984; Muchow *et al.*, 1990; Andrade *et al.*, 1993). El rendimiento por unidad de superficie está condicionado por el número de individuos capaces de producir rendimiento en grano. La biomasa producida por cada individuo refleja la disponibilidad de recursos durante toda la estación de crecimiento y se asocia con su rendimiento (Vega *et al.*, 1997). Este hecho determinó que a una densidad de 6666.6 plantas por hectárea (1.5 m x 1 m) se haya obtenido mayor productividad por unida de área.

VII. CONCLUSIONES

- 7.1.** Con una densidad de 1.5 m x 1.0 m (T4) es decir con 6666,7 plantas.ha⁻¹ se alcanzó los promedios más altos en rendimiento con 5,332.6 kg.ha⁻¹, 0.61 g de peso promedio de la semilla, 159.0 vainas por planta y .61 g de peso promedio de la semilla.
- 7.2.** Con las densidades de 6666,7 (T4), 8333.3 (T3) y 1111.1 (T2) plantas.ha⁻¹ se obtuvieron promedios estadísticamente iguales en el número de semillas por vaina con 8.3, 8.2 y 7.8 respectivamente y altura de planta con 1.89 m, 1.86 m y 1.82 m., respectivamente.
- 7.3.** Con la mayor densidad (33333.3 plantas.ha⁻¹) correspondiente al tratamiento testigo (0.3 m x 1 m) se obtuvieron los menores promedios con 56.0 vainas por planta, 0.26 g de peso promedio de semilla, 5.8 semillas por vaina y 1.68 m de altura de planta respectivamente.
- 7.4.** Con el tratamiento T4 (1.5 m x 1 m) se generó mayor riqueza con un valor B/C de 2.03 y un beneficio neto de S/. 18,980.64 Nuevos Soles, seguido de los tratamientos T3 (1.2 m x 1 m), T0 (0.3 m x 1 m), T2 (0.9 m x 1 m) y T1 (0.6 m x 1 m) quienes reportaron valores B/C de 1.71, 1.07, 1.01 y – 0.94 con beneficios netos de S/.13,196.84; S/.1,285.64; S/. 258.04 y S/.- 1,025.76 Nuevos Soles, respectivamente.

VIII. RECOMENDACIONES

Considerando las condiciones de suelo y clima donde se realizó el presente trabajo de investigación, para las mismas o similares condiciones se recomienda:

- 8.1. La siembra de frijol (*Phaseolus vulgaris*) variedad Huasca Poroto El Huallaguino a una densidad de 6666,7 plantas.ha⁻¹ una distancia de 1.5 m x 1.0 m por haberse obtenido mayor rendimiento y rentabilidad por unidad de área.
- 8.2. Realizar este ensayo en otras épocas de siembra en las que se tengan condiciones climáticas distintas al cultivo, ya que por falta de las mismas la variedad puede no haber expresado todo su potencial genético, siendo que además las variables evaluadas posiblemente fueron enmascaradas por las condiciones actuales.
- 8.3. Probar otros arreglos espaciales con poblaciones menores y mayores a 6666.7plantas.ha⁻¹ en función a diferentes alturas del sistema espaldera sencillo referentes a la producción de semilla o producción de grano.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Agundis, O. M.; Valtierra, A. (1972). Períodos críticos de competencia entre frijol y malezas. *Agricultura Técnica en México* 2(2): 87-90.
2. Altieri, M. A. y C. Nicholls. (2006). Optimizando el manejo agroecológico de plagas a través de la salud del suelo. *Revista de acceso abierto* (1), versión online www.um.es/ojs/index.php/agroecologia/index.
3. Ansorena M. J. (1994). *Substratos: Propiedades y caracterización*. Ediciones Mundi-Prensa.
4. Añez, B.; D. E. Tavira. (1993). Efectos de la fertilización química y orgánica en los rendimientos de repollo. XII Congreso Venezolano de la Ciencia del Suelo. *Bibliografía Edafológica Venezolana. Suplemento VII*. p. 215-216.
5. Aweto, A. O.; H. K. Ayuba. (1993). Effect of continuous cultivation with animal manuring on a Sub-Saharan soil near Maiduguri, north eastern Nigeria. *Biological Agriculture* 9:343-352. Madrid. España. 172 pp.
6. Agundis, O. M.; Valtierra, A. (1972). Períodos críticos de competencia entre frijol y malezas. *Agricultura Técnica en México* 2(2): 87-90.
7. ANACAFE. (2013). Densidad de siembra. Una estrategia sostenible en el cultivo de café. *Revista El Cafetal*, Abril 2013. ifos/index.php?title=16TEC.
8. Báez, J., R. Antequera, J. Ramos, W. Gutiérrez y C. Medrano. (1998). Densidad de siembra y control de malezas en el cultivo de la yuca *Manihot esculenta* Crantz en siembra directa bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 15(5):429-438.

9. Benedetti, A.; S. Canali; F. Lianello. (1998). La fertilizzazione organica dei suoli. En I Fertilizzanti Organici. Paolo Sequi (Ed.). Italia. Edizioni L'Informatore Agrario. p. 1-12.
10. CIAT. (1996). Programa de Frijol. Informe anual, (1996). Cali, Colombia. CIAT. 79 p.
11. Castellanos R., J.Z. (1984). El estiércol para uso agrícola en la región Lagunera. Folleto Técnico 1. Campo Agrícola Experimental de La Laguna. Matamoros, Coah., México.
12. Calzada B. J. (1982). Métodos Estadísticos para la Investigación. Quinta Edición. Editorial Milagros S.A. Lima. Perú. 513:55
13. Calzada, B. (1982). Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial
13. Cervantes, M. Á. (2004). Los Abonos Orgánicos. Disponible: http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm
14. Coronado, M. (1995). Agricultura orgánica versus agricultura convencional.
15. DICTA. (1998). El cultivo del frijol. Guía para uso de empresas privadas, consultores individuales y productores. Tegucigalpa, Honduras. Ediciones ZAS. 39 p.
16. Emmus, P. (1991). Resumen de la Conferencia Internacional sobre evaluación y monitoreo de la calidad del suelo. RodaleInstitute. p 11 –13.
17. Freitas, J. (1984). Evaluación de varias mezclas de sustratos para la producción de lechugas (*Lactuca sativa* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en canteros. Trabajo presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 221 p.
18. FAO. (1989). Reporte anual de producción mundial. Colección FAO: Fomento de la Agricultura. Roma, Italia. FAO. 162 p.

19. Freitas, J. (1984). Evaluación de varias mezclas de sustratos para la producción de lechugas (*Lactuca sativa* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en canteros. Trabajo presentado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela, Maracay. 221 p.
20. Guerra, A; P. López y F. Montes de Oca. (1995). Fertilización órgano mineral en un suelo de baja fertilidad. Resúmenes I Taller Nacional sobre Desertificación. Guantánamo p.58.
21. Gianella, F. (1993). ¿Qué significa agricultura ecológica u orgánica? Cultivando No 6. p 6-7.
22. Gutiérrez, W. (2001). Efecto de la densidad de plantas, la lamina de riego y el método de control de malezas sobre el lechoso (*Carica papaya* L.) bajo las condiciones de la altiplanicie de Maracaibo. Tesis de Maestría. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Comisión de Estudios de Postgrado. Postgrado en Agronomía. Maracay, Venezuela. 123 p.
23. Gifford, R.M., Thorne, J.H., Hitz, W.D. y Guaiquinta, R.T. (1984). Crop productivity and photoassimilate partitioning. Science (225) 4664: 801-808.
24. Holdridge, H. L. (1970). Clave Ecológica del Perú. Zonas de vida. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza. Lima. Perú. 367 – 368 Págs.
25. Juárez, C. A. (2003). Densidades de siembra en Frijol. (en línea). Agronomía avanzada. Disponible en: www.ucr.ac.cr/~pejibaye/Densidades/Densidades1.htm.
26. Kalmas, E. y D. Vázquez. (1996). Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. Donación ACAO. Ed. Enlace. Nicaragua. p. 27-28.

27. Ministerio de Agricultura. (2009). El cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* Form. Flavicarpa). Gerencia Regional Agraria La Libertad, Trujillo-Perú. 30 Págs.http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/MANUAL%20DEL%20CULTIVO%20DE%20MARACUYA_0.pdf.
28. Molina, J., M. El-Sharkawy y Y. López. (1996). Fertilidad del suelo y calidad nutricional de estacas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Rev. Acta Agronómica. 46 (3):71-78.
29. Laboratorio de Suelos y Aguas de la FCA-UNSM-T. (2013). Análisis físico-químico del suelo.
30. Ortega, M y Barrios, S. (1987). Rendimientos en función del distanciamiento de hileras en frijol. Cosechas Productivas 15(3): 92-103. Venezuela.
31. Pasmio, J. (1981). Efecto de diferentes niveles de gallinaza en la alimentación de cerdos mestizos en crecimiento y engorde. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Pecuarias. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. Pp 18-23.
32. Peña, E. (1998). Producción de abonos orgánicos. Compendio de Agricultura Urbana .Modalidad Organopónicos y Huertos Intensivos. INIFAT – UNICA. p 27.
33. Pérez de Roberti, R.; J. M. Guedez; A. Villafañe. (1990). Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y estiércol de pollera sobre la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) y sobre algunas propiedades físicas y químicas del suelo estudiado. Bibliografía Edafológica Venezolana. Suplemento VIII. p. 25-26.
34. Pinchinat, A. (1988). Desarrollo de la investigación en Frijol de Costa Rica. Ceiba 29. Honduras.

35. Piña A. M. A. (2013). Influencia de cuatro noveles de gallinaza de postura en el rendimiento de grano seco del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto Huallaguino, empleando el sistema de espaldera en el distrito de Lamas.
36. Robleto, R. C. (1988). Determinación de períodos críticos en frijol. 1987. Agricultura Técnica en México 3(3): 57-63.
37. Rodríguez, M.; M. Lobo. (1982). Fertilización de hortalizas en suelos volcánicos de Antioquía y Caldas. Revista ICA 7(3):219-232.
38. Romero, M. C. (1990). Eficiencia de variedades de frijol por sistemas siembra durante la primera y postrera. Tesis Ing. Agr. La Molina, Perú. 23 p.
39. Reddy, K. R. (1980). Phosphorus adsorption-desorption characteristics of two soils utilized for disposal of animal waste. Fert. Abs. 13(7):211.
40. Restrepo, R. (1994). Asociación de agricultura orgánica. Boletín No 17, Sao Paulo, Brasil.
41. Sangama, S. G; Romero, R. L. O.; Rengifo, V. G.; Tapullima, C. L.; Panduro, M. R. (2012). La pequeña agricultura en la región San Martín, ensayos. Primera Edición, Lima febrero de 2012. 120 pp.
42. Sendra, J. B. (1996). Fertilización del arroz. Horticultura. Agric. Vergel. No 12: 244.
43. Rosales, R. K. H. (2003). Efecto del arreglo espacial en el rendimiento de tres variedades de frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.). Proyecto de graduación presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria. Honduras. Diciembre de 2003.

44. Servicio Nacional de Meteorología y Climatología (SENAMHI). (2012). Dirección Regional de San Martín - Tarapoto. Datos meteorológicos de temperatura media mensual, precipitación total mensual y humedad relativa mensual de los meses de Agosto-Noviembre de 2014.
45. Sosa, O. (2005). Los estiércoles y su uso como enmiendas orgánicas. Revista Agromensajes. Facultad Ciencias Agrarias. UNR 16:30-34.
46. Valladolid, A. (1993). El Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la costa del Perú.
47. Vecco, G. D. (1996). Momento de siembra con respecto a las fases lunares en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Allpa Poroto en San Roque de Cumbaza. Tesis. Ing. Agr. Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto. 87 Págs.
48. Yágodin, B. A. (1986). Agroquímica II. Ediciones MIR. Pág. 120. Moscú. <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf04h557.pdf>.

Linkografía

1. <http://avicolauraba.galeon.com/enlaces2357462.html>
2. <http://www.herbotecnia.com.ar/aut-passiflora.html>. (2012). Maracuyá amarillo (*Passifloraedulis*).
3. <http://www.inia.gob.pe/boletin/bcit/boletin0001/ntpucallpa.htm#ntpucallpa1> (2012). Cultivo de frijol ucayalino con uso de espalderas: Una alternativa para el pequeño agricultor en Pucallpa.
4. Juárez, C. A. (2003). Densidades de siembra en Fríjol. (en línea). Agronomía avanzada. Disponible en: www.ucr.ac.cr/~pejibaye/Densidades/Densidades1

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo de evaluar cuatro densidades de siembra y determinar cuál de las densidades tienden a incrementar el rendimiento de grano en el cultivo del frijol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto El Huallaguino bajo el sistema Espaldera en la localidad de Lamas y realizar el análisis económico de los tratamientos estudiados. La investigación fue realizada en los terrenos del Fundo "El Pacífico" de propiedad del señor Jorge Luís Peláez Rivera, ubicado políticamente en el distrito y provincia de Lamas, departamento de San Martín. Se utilizó el Diseño Estadístico de Bloque Completo al azar (DBCA) con tres repeticiones y cinco tratamientos, con un total de 15 unidades experimentales. La información obtenida en campo se procesó con el programa estadístico SPSS 19, el cual utiliza el P-valor como comparador de diferencias significativas a los niveles de confianza de 0,05 y al 0,01 en el análisis de varianza (ANVA) y la Prueba de rangos múltiples de Duncan una $P \leq 0.05$. Los tratamientos estudiados fueron: T0: Testigo (0.30 x 1.0 m), T1: (0.60 x 1.0 m), T2: (0.90 x 1.0 m), T3: (1.20 x 1.0 m), T4: (1.50 x 1.0 m). Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de emergencia, altura de planta (cm), número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de semillas (g), rendimiento ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) y análisis económico. La siembra se realizó con fecha 18/08/14, y fue realizada, usando un tacarpo y hundiéndolo a una profundidad de 5 cm., cuando la variedad de frijol Huasca Poroto El Huallaguino alcanzó su madurez fisiológica; es decir, cuando el 90% de las vainas cambiaron de color, y las hojas se volvieron amarillas por vejez o se cayeron la mayoría. Los resultados obtenidos indican que las plantas tratadas con la densidad de 6,666.6, usando un distanciamiento de 1.5 m x 1.0 m., y debido a las condiciones edafoclimáticas, resultó ser el tratamiento más apropiado que determinó que influya un mayor rendimiento de granos en el cultivo de frijol trepador (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Huasca Poroto El Huallaguino obteniendo 5,332.60 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, generando un beneficio/costo de 2.22 y un beneficio neto de S/. 20,564.97 Nuevos Soles, respectivamente.

Palabras Claves: Cultivo, frijol, comparativo, densidades, siembras, evaluar, determinar, rendimiento, beneficio neto.

SUMMARY

This research aimed to evaluate four stocking densities and determine the densities tend to increase grain yield in the cultivation of climbing beans (*Phaseolus vulgaris* L.) variety Huasca Poroto The Huallaga under the trellis system in the town of Lamas and perform economic analysis of the treatments studied. The research was conducted on the grounds of the Fundo "The Pacific" owned by Mr. Jorge Luis Pelaez Rivera, politically located in the district and province of Lamas, San Martin department. The statistical design of randomized complete block (DBCA) with three replications and five treatments, with a total of 15 experimental units was used. The information gathered in the field was processed using SPSS 19 statistical software, which uses the P-value as meaningful comparison to the confidence levels of 0.05 and 0.01 differences in the analysis of variance (ANOVA) and multiple range test of Duncan $P \leq 0.05$. The treatments were: T0: Witness (0.30 x 1.0 m), T1 (0.60 x 1.0 m), T2 (0.90 x 1.0 m), T3 (1.20 x 1.0 m), T4 (1.50 x 1.0 m). The variables evaluated were: emergency percentage, plant height (cm), number of pods per plant, number of seeds per pod, seed weight (g), yield (kg ha^{-1}) and economic analysis. Planting was dated 18/08/14, and was conducted using a tacarpo and sinking to a depth of 5 cm, when the bean variety Huasca Poroto The Huallaga reached physiological maturity; that is, when 90% of pods changed color, and leaves turned yellow by old age or most fell. The results obtained indicate that plants treated with the density of 6666.6, using a distance of 1.5 mx 1.0 m., Due to soil and climatic conditions, proved to be the most appropriate treatment, determined to influence a higher yield of grain crops climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) variety Huasca Poroto The Huallaga getting 5332.60 kg ha^{-1} , resulting in a benefit / cost ratio of 2.22 and a net profit of S /. 20,564.97, New Soles, respectively.

Keywords: Culture, beans, comparative densities, planting, evaluate, determine, performance, net profit.

ANEXOS

Anexo 1: Costos de Producción por cada Tratamiento

T0: Costo de producción para 1 Ha de Frijol Var. Huasca Poroto en Lamas				
Rubro	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Mano de obra				7,200.00
Limpieza de campo	Jornal	30.00	30.00	900.00
Removido del suelo	Jornal	30.00	35.00	1,050.00
Mullido del suelo y nivelado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Siembra	Jornal	30.00	20.00	600.00
Deshierbo	Jornal	30.00	20.00	600.00
Riego	Jornal	30.00	15.00	450.00
Aplicación de gallinaza	Jornal	30.00	10.00	300.00
Aporque	Jornal	30.00	20.00	600.00
Cosecha, pesado y embalado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Estivadores	Jornal	30.00	30.00	900.00
b. Insumos				1,600.00
Semillas	Kg	10	10.00	100.00
Gallinaza	Kg	0.05	30,000.00	1,500.00
c. Materiales				2,418.00
Cinchinas	Unidad	10.00	1,033/10	1,033.00
Alambre galvanizado N° 12	Kg	7.00	200/4	350.00
Machetes	Unidad	10.00	4.00	40.00
Palana de corte	Unidad	15.00	3.00	45.00
Rastrillo	Unidad	15.00	3.00	45.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120.00	1.00	120.00
Cordel	M ³	200.00	0.30	60.00
Sacos	Unidad	500.00	1.00	500.00
Lampa	Unidad	20.00	2.00	40.00
Bomba de mochila	Unidad	150.00	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35.00	1.00	35.00
d. Transporte	t	20.00	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				11,466.60
Gastos Administrativos (10%)				1,146.66
Beneficios sociales (50%)				5,733.30
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				6,879.96
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				18,346.56

T1: Costo de producción para 1 Ha de Frijol Var, Huasca Poroto en Lamas				
Rubro	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Mano de obra				7,200
Limpieza de campo	Jornal	30.00	30.00	900.00
Removido del suelo	Jornal	30.00	35.00	1,050.00
Mullido del suelo y nivelado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Siembra	Jornal	30.00	25.00	600.00
Deshierbo	Jornal	30.00	30.00	600.00
Riego	Jornal	30.00	15.00	450.00
Aplicación de gallinaza	Jornal	30.00	10.00	300.00
Aporque	Jornal	30.00	20.00	600.00
Cosecha, pesado y embalado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Estivadores	Jornal	30.00	30.00	900.00
b. Insumos				1,600.00
Semillas	Kg	10	10.00	100.00
Gallinaza	Kg	0.05	30,000.00	1,500.00
c. Materiales				2,418.00
Cinchinas	Unidad	10.00	1,033/10	1,033.00
Alambre galvanizado N° 12	Kg	7.00	200/4	350.00
Machetes	Unidad	10.00	4.00	40.00
Palana de corte	Unidad	15.00	3.00	45.00
Rastrillo	Unidad	15.00	3.00	45.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120.00	1.00	120.00
Cordel	M ³	200.00	0.30	60.00
Sacos	Unidad	500.00	1.00	500.00
Lampa	Unidad	20.00	2.00	40.00
Bomba de mochila	Unidad	150.00	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35.00	1.00	35.00
d. Transporte	t	20.00	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				11,466.60
Gastos Administrativos (10%)				1,146.66
Beneficios sociales (50%)				5,733.30
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				6,879.96
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				18,346.56

T2: Costo de producción para 1 Ha de Frijol Var. Huasca Poroto en Lamas				
Rubro	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Mano de obra				7,200.00
Limpieza de campo	Jornal	30.00	30.00	900.00
Removido del suelo	Jornal	30.00	35.00	1,050.00
Mullido del suelo y nivelado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Siembra	Jornal	30.00	25.00	600.00
Deshierbo	Jornal	30.00	30.00	600.00
Riego	Jornal	30.00	15.00	450.00
Aplicación de gallinaza	Jornal	30.00	10.00	300.00
Aporque	Jornal	30.00	20.00	600.00
Cosecha, pesado y embalado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Estivadores	Jornal	30.00	30.00	900.00
b. Insumos				1,600.00
Semillas	Kg	10	10.00	100.00
Gallinaza	kg	0.05	30,000.00	1,500.00
c. Materiales				2,418.00
Cinchinas	Unidad	10.00	1,033/10	1,033.00
Alambre galvanizado N° 12	Kg	7.00	200/4	350.00
Machetes	Unidad	10.00	4.00	40.00
Palana de corte	Unidad	15.00	3.00	45.00
Rastrillo	Unidad	15.00	3.00	45.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120.00	1.00	120.00
Cordel	M ³	200.00	0.30	60.00
Sacos	Unidad	500.00	1.00	500.00
Lampa	Unidad	20.00	2.00	40.00
Bomba de mochila	Unidad	150.00	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35.00	1.00	35.00
d. Transporte	t	20.00	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				11,466.60
Gastos Administrativos (10%)				1,146.66
Beneficios sociales (50%)				5,733.30
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				6,879.96
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				18,346.56

T3: Costo de producción para 1 Ha de Frijol Var. Huasca Poroto en Lamas				
Rubro	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Mano de obra				7,200.00
Limpieza de campo	Jornal	30.00	30.00	900.00
Removido del suelo	Jornal	30.00	35.00	1,050.00
Mullido del suelo y nivelado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Siembra	Jornal	30.00	25.00	600.00
Deshierbo	Jornal	30.00	30.00	600.00
Riego	Jornal	30.00	15.00	450.00
Aplicación de gallinaza	Jornal	30.00	10.00	300.00
Aporque	Jornal	30.00	20.00	600.00
Cosecha, pesado y embalado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Estivadores	Jornal	30.00	30.00	900.00
b. Insumos				1,600.00
Semillas	Kg	10	10.00	100.00
Gallinaza	kg	0.05	30,000.00	1,500.00
c. Materiales				2,418.00
Cinchinas	Unidad	10.00	1,033/10	1,033.00
Alambre galvanizado N° 12	Kg	7.00	200/4	350.00
Machetes	Unidad	10.00	4.00	40.00
Palana de corte	Unidad	15.00	3.00	45.00
Rastrillo	Unidad	15.00	3.00	45.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120.00	1.00	120.00
Cordel	M ³	200.00	0.30	60.00
Sacos	Unidad	500.00	1.00	500.00
Lampa	Unidad	20.00	2.00	40.00
Bomba de mochila	Unidad	150.00	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35.00	1.00	35.00
d. Transporte	t	20.00	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				11,466.60
Gastos Administrativos (10%)				1,146.66
Beneficios sociales (50%)				5,733.30
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				6,879.96
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				18,346.56

T4: Costo de producción para 1 Ha de Frijol Var. Huasca Poroto en Lamas				
Rubro	Unidad	Costo S/.	Cantidad	Costo S/.
a. Mano de obra				7,200.00
Limpieza de campo	Jornal	30.00	30.00	900.00
Removido del suelo	Jornal	30.00	35.00	1,050.00
Mullido del suelo y nivelado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Siembra	Jornal	30.00	25.00	600.00
Deshierbo	Jornal	30.00	30.00	600.00
Riego	Jornal	30.00	15.00	450.00
Aplicación de gallinaza	Jornal	30.00	10.00	300.00
Aporque	Jornal	30.00	20.00	600.00
Cosecha, pesado y embalado	Jornal	30.00	30.00	900.00
Estivadores	Jornal	30.00	30.00	900.00
b. Insumos				1,600.00
Semillas	Kg	10	10.00	100.00
Gallinaza	kg	0.05	30,000.00	1,500.00
c. Materiales				2,418.00
Cinchinas	Unidad	10.00	1,033/10	1,033.00
Alambre galvanizado N° 12	Kg	7.00	200/4	350.00
Machetes	Unidad	10.00	4.00	40.00
Palana de corte	Unidad	15.00	3.00	45.00
Rastrillo	Unidad	15.00	3.00	45.00
Balanza tipo Reloj	Unidad	120.00	1.00	120.00
Cordel	M ³	200.00	0.30	60.00
Sacos	Unidad	500.00	1.00	500.00
Lampa	Unidad	20.00	2.00	40.00
Bomba de mochila	Unidad	150.00	1.00	150.00
Análisis de suelo	Unidad	35.00	1.00	35.00
d. Transporte	t	20.00	12.43	248.60
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS				11,466.60
Gastos Administrativos (10%)				1,146.66
Beneficios sociales (50%)				5,733.30
TOTAL DE COSTOS INDIRECTOS				6,879.96
TOTAL DE COSTOS DE PRODUCCIÓN				18,346.56